

LiDAR 搭載 VTOL 固定翼 UAV による長距離飛行 3D 計測の有効性評価と砂防分野での DX 活用

村上泰啓：札幌開発建設部（北海道大学広域複合災害研究センター）／寺林修、藤原卓：株式会社ネクシス光洋／森田 直樹・小宮 光裕：株式会社空解／熊倉清：日本リーグ株式会社／宮川 潔：株式会社エアフォートサービス／日本工営株式会社：早川智也／山田孝、厚井高志：北海道大学広域複合災害研究センター

1. はじめに

近年、LiDAR 搭載 UAV や 3D ハンディスキャナの普及により、砂防分野における 3 次元データ取得は急速に一般化している。これにより、調査・設計・施工・維持管理への利活用が期待される一方、人口減少に伴う技術者不足により、効率的な業務運用と DX 技術の社会実装が求められている。

特に砂防施設、大規模土砂災害、火山噴火等の現場は接近が困難であり、現地調査自体が制約を受けることが多い。本研究では、前回噴火から 26 年が経過した有珠山を対象とし、VTOL 型固定翼 UAV と LiDAR を用いた長距離飛行と微地形計測の実証を行った。得られた広域点群を 2009 年および 2023 年の既往データと比較し、砂防分野における UAV-LiDAR の実務的な利点と課題を整理する。

2. 背景：技術的潮流と砂防分野のニーズ

軽量小型 LiDAR の登場により UAV による地形計測は広く普及しているが、一般的なマルチローター型 UAV では飛行時間や通信距離の制約から、長距離の調査が困難である。火山噴火や天然ダムでは定期的な巡視が必要だが、火山噴火時には NOTAM が発行され、有人航空機の接近が困難となる。このような状況では、長距離自律飛行が可能な VTOL 型固定翼 UAV による LiDAR 計測が有望であり、効率的な広域データ取得の鍵となる。

3. 調査地および使用機材

実証試験の対象は北海道南西部の有珠山（図-1）である。有珠山は 20 世紀以降 4 回の噴火¹⁾を記録し、2000 年噴火では半径 5 km・高度 10 km の NOTAM が発行された。次回噴火時にも同様の飛行規制が想定される。

そこで本研究では、火口から離れた安全地点から離発着できる VTOL 型固定翼 UAV を採用した。機体には、機体下部に LiDAR、前方にジンバルカメラを搭載した（写真-1）。

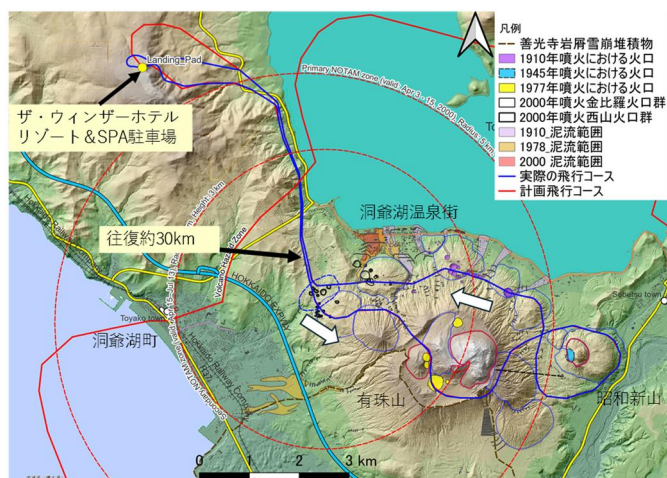


図-1 有珠山および UAV の飛行ルート



写真-1 LiDAR を装着した VTOL 型固定翼 UAV

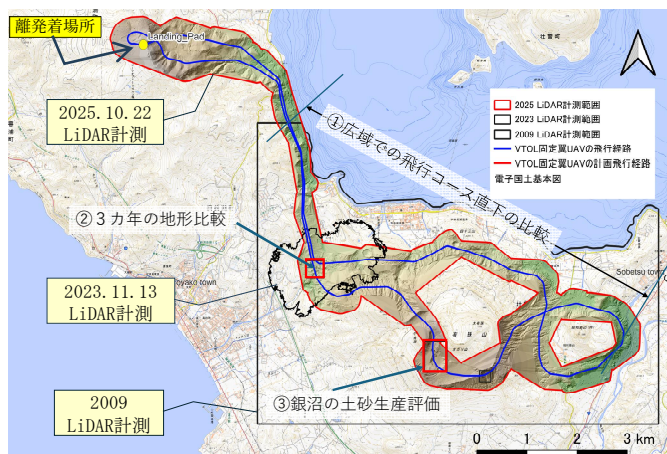


図-2 コリドー計測で得られた DEM

4. 方法

飛行経路は、対地高度 150 m 以下、上昇率 10% 未満、LTE 圏内の飛行、という条件で設定した。2025 年 10 月 22 日、図-1 に示す地点から離陸し、外輪

山と昭和山を經由する約 30 km の往復ルートを約 20 分で飛行した。飛行中は LTE 回線を介して前方映像を監視し、同時に LiDAR による地形計測を行った。飛行経路の計画と実績の航跡は概ね一致し、安定した飛行が確認された (図-2)。

5. 地形計測結果

飛行経路直下の標高を 2009 年 LiDAR と比較した結果を図-3 に示す。約 28 km 区間において、大きな地形変化は認められず、全体として過去データを良好に追従していることが確認された。また、2009 年・2023 年・2025 年の 3 年比較として、図中右上から左下に設定した測線直下の標高変化を図-4 に示す。2009 年以降、火口低部では若干の堆積傾向が認められる一方、全体的に既往成果と整合する形で微地形を再現できている。さらに、1977 年噴火による銀沼火口周辺における 2005 年および 2025 年の地形比較を図-5 に示す。火口内に設定した測線に沿った標高プロファイルを図-6 に示したところ、火口北側浸食谷の谷頭部は 16 年間で約 20 m 後退、火口底部は平均 1.59 m の堆積が確認された。

6. 考察 (Discussion)

本研究により、LiDAR 搭載 VTOL 型固定翼 UAV によるコリドー測量は、以下の点で砂防分野に有効であることが示された。①標高差約 500 m の地形においても、対地高度 150 m 以下を維持しつつ 30 km の行程を約 20 分で飛行可能②火砕流・降灰の影響が少ない地点からの離発着により、火山噴火時でも広域の微地形計測が可能③1 路線のコリドー測量でも既往成果と良好に一致し、微地形抽出精度が高い。

一方で、噴火時には地上 LTE 局が被災する可能性があり、今後は LEO、HAPS 等の NTN (非地上系通信) を活用した通信確保が必須と考えられる。

謝辞

本研究の実施にあたり、室蘭開発建設部から 2009 年度に計測された有珠山周辺の LP データの提供を受けた。また UAV 飛行に際し、伊達市、洞爺湖町、壮瞥町、豊浦町、北海道森林管理局、環境省北海道地方環境事務所、北海道胆振総合振興局、北海道経済部 AI・DX 推進局 DX 推進課、日本工営株式会社、ザ・



図-3 2009 年 vs 2025 年の比較 (広域)

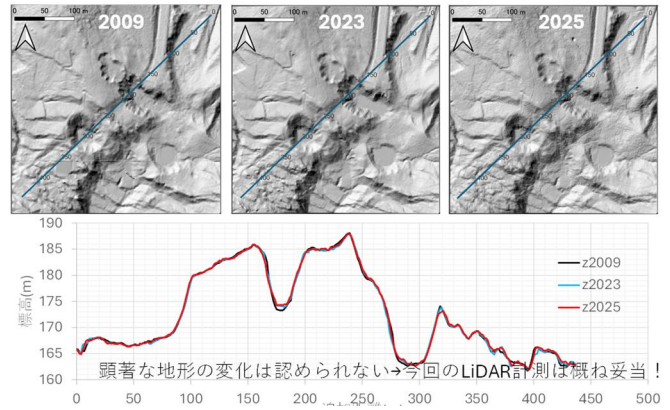


図-4 3 年間の比較 (2009・2023・2025)

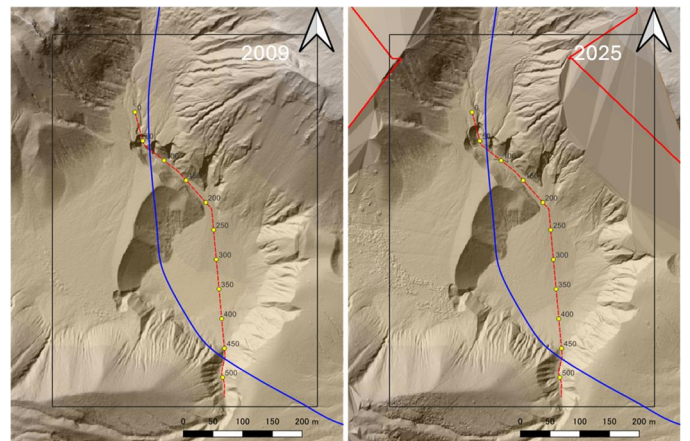


図-5 銀沼火口の 2 カ年の地形変化

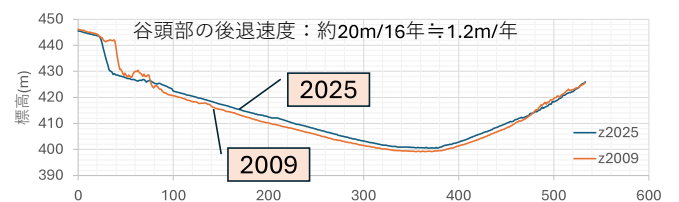


図-6 銀沼火口測線直下での地形比較

ウィンザーホテル洞爺リゾート & スパの協力を得た。ここに記して謝意を表す。

参考文献 (References)

- 1) 宇井忠英, 中川光弘, 吉本充宏, 有珠山 2000 年噴火, 火山, 45 巻, 3 号, pp.195-196, 2000.
- 2) 平成 12 年 (2000 年) 有珠山噴火災害報告, 北海道開発局室蘭開発建設部, pp.66, 2000.